

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2002 Derwent Info Ltd All rts. reserv.

012000964 **Image available**

WPI Acc No: 1998-417874/ 199836

XRPX Acc No: N98-325604

**Spectacle type HMD unit - has micro-lens array for guiding light beam
emitted from each pixel of LCD to eyeball**

Patent Assignee: OLYMPUS OPTICAL CO LTD (OLYU)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 10170860	A	19980626	JP 96328573	A	19961209	199836 B

Priority Applications (No Type Date): JP 96328573 A 19961209

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 10170860	A		16	G02B-027/02	

Abstract (Basic): JP 10170860 A

The unit includes a LCD (3) with several pixels which are arranged in two dimensional manner. A plate like illumination member (5) illuminates each pixel of the LCD displaying corresponding video, through a predetermined point (9). A micro- lens array (2) of an eye piece optical system, guides the light beam emitted from each pixel of the LCD, to an eye ball (E).

ADVANTAGE - Is thin and compact. Obtains high definitive image.

Avoids generation of unnecessary beam.

Dwg.1/25

Title Terms: SPECTACLE; TYPE; UNIT; MICRO; LENS; ARRAY; GUIDE; LIGHT; BEAM;
EMIT; PIXEL; LCD; EYE

Derwent Class: P81; W03

International Patent Class (Main): G02B-027/02

International Patent Class (Additional): H04N-005/64

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): W03-A08B; W03-A08E3; W03-A08E7

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-170860

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月26日

(51) Int.Cl.⁴

G 0 2 B 27/02

H 0 4 N 5/64

識別記号

5 1 1

F I

G 0 2 B 27/02

H 0 4 N 5/64

Z

5 1 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号

特願平8-328573

(22) 出願日

平成 8 年(1996) 12月 9 日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号

(72) 発明者 花野和成

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号オリン

パス光学工業株式会社内

(72) 発明者 井場陽一

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 43 番 2 号オリン

パス光学工業株式会社内

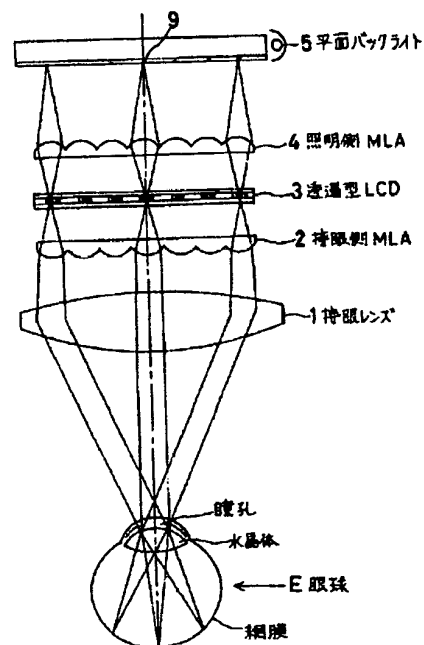
(74) 代理人 弁理士 荻澤 弘 (外 7 名)

(54) 【発明の名称】 眼球投影型映像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 不要な光束の発生が少ないコンパクトな構成で映像のケラレが少ない薄型の頭部装着型の映像表示装置。

【解決手段】 映像を表示する 2 次元的に配列した画素を有する LCD 3 と、LCD 3 の各画素を照明する 2 次元的に配列された複数の微小発光点 9 を有する板状照明手段 5 と、さらに、LCD 3 の各画素に対応して 2 次元的に配列され、各画素からの射出光束を眼球に導くマイクローレンズアレイ 2 を含む接眼光学系とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 映像を表示する2次的に配列された画素を有する映像表示手段と、前記映像表示手段の各画素を照明する2次的に配列された複数の微小発光点を有する板状照明手段と、さらに、前記映像表示手段の各画素に対応して2次的に配列され、各画素からの射出光束を眼球に導く微小光学素子を含む接眼光学系とを有することを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【請求項2】 請求項1において、前記板状照明手段

$$0.2D_1 < D_2 < 5D_1$$

を満たすことを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、眼球投影型映像表示装置に関し、特に、映像表示素子の1画素1画素を観察者眼球の網膜上に結像させる短焦点光学素子を用いる映像表示装置において、同じく短焦点光学素子と面状の照明装置を用いることによって装置の薄型化を図った映像表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 通常、映像や画像を提示する装置として、CRTや液晶のディスプレイ、スクリーン上に映し出すことによってその実像が眼球を介して網膜上に投影され知覚できるように観察者に映像を与えるものがある。

【0003】 一方、最近ヴァーチャルリアリティという分野において、観察者の眼前部に配された光学系によって同じく観察者の眼前部にある小型のディスプレイの虚像を眼球の網膜上に投影することによって映像を知覚させる頭部装着型ディスプレイ装置(HMD: Head Mounted Display)が提案されている。この種の装置は、使用者、利用者がこのディスプレイ装置を頭部に装着し、例えばVTR等の大画面映像や画像、音声を一人で楽しめたりする等、種々の用途への利用が期待されている。

【0004】 従来技術は、上記何れかの方式で映像を表示する技術であるが、何れの技術もHMDでの使用状況を考えた場合、照明光学系が大きすぎる。あるいは、照明光学系への配慮に乏しい。頭部又は顔部に装着して映像を観察する眼鏡型のような眼球投影型映像表示装置では、装置の大きさにある程度の制約があるため、照明光学系は装置全体の小型軽量化に配慮した構成で、後に言及する条件を満たす照明光を供給しなければならない。

【0005】 短焦点光学素子を用いた映像表示装置における照明光学系の小型薄型化こそが従来技術の大きな課題である。以下、個別に従来技術について述べる。上記液晶のスクリーン等に映し出す方法の一つが特開平3-140920号に開示されている。これは、点光源とコンデンサレンズから得られた略平行照明によりLCD等の透過型の映像表示デバイスを照明し、マトリクス状に

は、前記微小発光点からの光を前記映像表示手段の各画素に収斂する微小集光手段を有することを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【請求項3】 請求項2において、前記微小集光手段による前記微小発光点の略結像位置に前記各画素が配置され、前記微小発光点から前記微小集光手段の主点位置までの距離を D_1 として、前記微小集光手段の主点位置から前記微小集光手段による前記微小発光点の結像位置までの距離を D_2 とした場合、

$$\dots (2)$$

形成されている画素毎に集光、通過させ、投影レンズによりスクリーン上に拡大投影するようにするものである。

【0006】 この従来例は、液晶プロジェクタ等、スクリーンに投影して観察するための装置に関するものであり、頭部に装着して映像を観察する眼鏡型の表示装置に関する記載は全くないため、観察者の眼球の瞳孔に直接光を導くような構成になっていない。

【0007】 すなわち、映像表示素子の各画素を照明する照明光学系は、各画素に対応してレンズアレイの各レンズを配置するため、対応するレンズ以外のレンズに光が入り込むことによって発生する不要光が原因となるボケ、映像の劣化を避けるため、照明光を平行光で入射させるか、効率を考え各画素に十分集光した形で入射させる必要がある。何れにせよ照明光学系の条件として、頭部装着型の映像表示装置等に用いられる映像表示デバイスは、画素が小さいため精度高く集光した状態で画素を透過させるようなものが望ましいが、上記従来技術はその配慮が不明確である。

【0008】 また、虚像を網膜上に投影する方式では、特開平5-328261号、特開平6-43391号、特開平3-214872号、特開平7-64014号といったものが開示されている。特開平3-214872号は、点光源により照射されている透過型の映像表示デバイスの像を接眼レンズによって眼球に集光し、網膜上に結像させた像を直接視覚することができる表示装置である。図23に示すように、この従来技術は、点光源と、この点光源によって照射される映像表示デバイスと、この映像表示デバイスと略一体的に配置された短焦点の接眼レンズとからなり、光束は眼球の水晶体の位置にある瞳孔の上に焦点を結び、この点をピンホールとして網膜上に像が結像されるようになっている。このような構成により、眼鏡の枠体をコンパクトにできるという効果を生じている。

【0009】 この従来例においては、映像表示デバイスとしてカラーフィルタを備えた透過型のLCD(液晶表示素子)が用いられるが、これが網膜と共役関係にないので、高精細な映像を得るためには、幾何光学的に考えると、瞳孔の上に作られるピンホールの直径を小さくしなければならない。しかし、これを小さくすると、

光の回折作用によるボケが大きくなり、結果として上記従来例では高精細な映像を得ることができない。

【0010】また、この点光源による照明は、照明のNA（開口数）が極めて小さいため、網膜上に再現される虚像を形成する光束は、焦点深度が極めて深い。人間の瞳孔は無数の繊維体で構成されているが、完全なものではなく、繊維体の中には欠陥を持つものがある。このため、光束の焦点深度が深いと、この瞳孔の欠陥をも網膜上に投影してしまうことになり、映像の解像度を落とすことになってしまう。

【0011】特開平5-328261号、特開平6-43391号は、図24に示すように、映像表示デバイスの各画素から射出した光束が各画素に対応したマイクロレンズによって集光され、更に眼球側に配されたフィールドレンズによって平行光束に変換され、眼球に導かれ、網膜上に映像表示素子の画素が投影されて映像が知覚できる映像表示装置である。この構成により、コンパクトかつ解像良く映像を表示できる。

【0012】この従来技術中の映像表示デバイスとして自発光型のデバイスを用いた場合、射出光束の射出角の制御は難しい。また、自発光型以外のデバイス、例えば透過型の映像表示素子等を用いる際、照明手段が必要になるが、各画素を通過する照明光のために、照明手段から発せられる光束の射出角を制御することは重要である。なぜならば、照明手段からの光束の射出角によって映像表示素子での射出光束の射出角が決定し、その射出角が制御されていなければ以下の問題が発生する。映像表示素子から射出する光束のNAが制御されず大きい場合、ある画素から射出した光束はその画素に対応した微小なレンズのみならず隣のレンズやその隣のレンズにまで及ぶという、いわゆるクロストークという現象が起きてしまう。これは不要な光束であり、解像度を落とす原因になる。

【0013】さらに、この制御された光束を発生させる照明手段は、HMDでの適用を考えた場合、頭部装着という装置の性格のため、コンパクト性という要求仕様が、この点については、映像を表示するデバイス自体も小型であり、各画素間隔は上記の液晶プロジェクタ等の投影型の映像表示装置に用いられているデバイスと比較するとかなり小さく、そのため上記の問題を避けるための条件がより厳しくなり、さらに、コンパクトな構成で要求を満たす照明を作りださなければならない。

【0014】以上の2点について、上記従来例は、外部光源による照明若しくは面発光光源、ピンホール、集光レンズ、マイクロレンズによる照明部という構成しか言及しておらず、具体的な構成が不明確である。後記する本発明は、基本的にこの従来技術の照明光学系について、構成を明確にしたものである。

【0015】また、特開平7-64014号は、HMDでの使用を前提としており、図25に示すように、映像

表示デバイスの各画素に対応した屈折率分布型マイクロレンズ2個を接眼レンズ系の一部として構成に組み入れることによって接眼レンズ系を短焦点化し、装置のコンパクト化を図っている。このHMDでの使用を意識した従来例においても、やはり上記した照明光の平行度や集光度には触れられていない。各画素毎の結像に関しては、要求される平行照明や集光した照明をどう実現するかは避けては通れない問題であり、HMDへの適用を考えた場合、さらに、コンパクトにそれを実現する必要がある。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上述の従来技術が有する問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、映像を解像良く網膜上に投影して高精細な映像を再現できる映像表示装置を提供することであり、特に、HMDでの使用を前提とした場合、不要な光束の発生が少ないコンパクトな構成で映像のケラレが少ない薄型の頭部装着型の映像表示装置を提供することを目的とする。なお、本発明における映像表示デバイスは特に限定はなく、公知のもので適用可能な全てのものを意味する。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の眼球投影型映像表示装置は、映像を表示する2次元的に配列された画素を有する映像表示手段と、前記映像表示手段の各画素を照明する2次元的に配列された複数の微小発光点を有する板状照明手段と、さらに、前記映像表示手段の各画素に対応して2次元的に配列され、各画素からの射出光束を眼球に導く微小光学素子を含む接眼光学系とを有することを特徴とするものである。

【0018】この眼球投影型映像表示装置においては、映像表示手段の画素を照明する微小発光点を複数にしたことにより、微小発光点を有する照明系から画素を有する映像表示手段に到るまでの光路長が短くなり、さらに、各画素からの射出光束を各画素毎に観察者の眼球に集光するため、像観察が可能になると共に、接眼光学系の短焦点化が可能になり、眼球投影型映像表示装置全体の薄型コンパクト化が図られ、また、各画素と観察者の網膜が共役関係にあることにより、高精細な映像が作り出せる。

【0019】上記において、板状照明手段は、微小発光点からの光を映像表示手段の各画素に収斂する微小集光手段を有することが望ましい。

【0020】本発明においては、1画素1画素の濃淡色情報集合の結果として1枚の絵として映像を認識することができるが、その構成要素である1画素1画素は開口を持つため、濃淡情報を表示している領域は、画素のピッチ分全域ではなくそれより狭い領域である。そのため、微小発光点から射出した光束を発散光や平行光でなく、微小集光手段によって絞られ、光束が集光する位置に

映像表示手段の各画素が位置するようにすることによって、微小発光点から射出した光束を画素に集光させることができ、濃淡色彩情報を表示していない領域を光束が通過し無意味な光束が眼に導かれるようなことはなく、漏れなく濃淡色彩情報を拾い出すことができ、照明効率良くより高精細な映像を投影することが可能になる。

【0021】望ましくは、微小集光手段による各微小発光点の結像位置近傍に各画素が配置されるような位置関係、すなわち、微小発光点と画素とが微小集光手段にお

$$0.2D_1 < D_2 < 5D_1$$

を満たすことが望ましい。

【0023】微小発光点から画素までの距離 $D_1 + D_2$ は、 $D_1 = D_2$ のときに最小となり、コンパクトさの面で最適であるが、光が隣の画素にまで入り込むいわゆるクロストーク現象防止のためには、像側のNAが小さい方がよいので、 D_2 は D_1 に比して大きな方がよいが、

$$0.5D_1 < D_2 < 2D_1$$

を満たすことが好適である。

【0025】また、板状照明手段は、面状の光源を有することが望ましい。すなわち、各画素を照明する微小発光点の光源となる光供給手段として、平面バックライトのようなタイプの面状の光源を用いることにより、照明系の薄型化が図れる。

【0026】また、板状照明手段は、線上の光源と光透過性及び拡散性を有する導光板を有することが望ましい。光を供給する手段として、導光板の一側面近傍に配設されたタイプの平面型の照明ユニットを採用することによって、装置の薄型化が図れる。微小発光点の形成手段として、導光板自体を工夫することも可能になる。

【0027】また、微小集光手段は、微小発光点からの光を各々の微小発光点に対応した各画素に集光することが望ましい。各微小発光点から射出した光束を微小集光手段によって各画素に集光させることにより、各画素がそれぞれに対応した微小発光点という点光源で照明されていることになり、1画素レベルでの照明、結像光学系が達成できる。このことにより、不要な光を生み出すことなく効率よく照明できる。また、光学系の短焦点化が可能になり、装置の照明部位のより薄型化が図れる。

【0028】また、板状照明手段は、微小発光点からの光を映像表示手段の各画素に収斂する微小集光手段を有し、その微小集光手段は、微小発光点からの光を各々の微小発光点に対応した各画素に集光することが望ましい。映像表示手段の構成要素である1画素1画素は開口を持つため、微小発光点から射出した光束を発散光や平行光でなく絞ることによって画素に集光させることができ、濃淡色彩情報を表示していない領域を光束が通過し無意味な光束が眼に導かれるようなことはなく、漏れなく濃淡色彩情報を拾い出すことができ、照明効率良く、より高精細な映像を投影することが可能になる。このとき、各画素毎に各微小発光点が存在することによって、

いて共役な関係にすることによって、複数の点光源である微小発光点を所定位置に結像させることができ、光量効率が良くなり、表示映像の劣化の原因となる不要光の発生を防ぐことができる。

【0022】また、微小集光手段による微小発光点の略結像位置に各画素が配置され、微小発光点から微小集光手段の主点位置までの距離を D_1 として、微小集光手段の主点位置から微小集光手段による微小発光点の結像位置までの距離を D_2 とした場合、

$$\dots (2)$$

本発明の球投影型映像表示装置の射出瞳径を大きくするためには、逆に、逆に D_1 は D_2 に比して大きな方がよい。以上の作用及び効果を得るのに、妥当な値が $0.2D_1 < D_2 < 5D_1$ である。

【0024】さらに、微小発光点から画素までの距離を小さくする意味で望ましくは、

$$\dots (2)'$$

1画素レベルでの照明光学系が達成でき、不要な光を生み出すことなく効率よく照明できる。また、光学系の短焦点化が可能となり、さらに、照明手段として面状の照明ユニットを用いることにより装置の照明部位の薄型化が図れる。

【0029】また、微小集光手段は、微小発光点からの光を少なくとも2つ以上の画素に収斂するようにすることもできる。画素を照明する光学系として、微小集光手段を複数の光学面にし、一旦平行光束としてそれから画素毎に集光させる。この方法では、例えば照明光学系を各微小発光点から発せられた光束を平行光束にする光学面と、平行光束を各画素毎に集光する光学面とに分けられ、それぞれを別ユニットとして扱うことができ、装置中での配設の自由度が生まれる。このとき、微小発光点と平行光束にする光学面とを対応させ、画素と集光させる光学系とを対応させるが、微小発光点とそれに対応した平行光束にする光学面と、画素とそれに対応した集光させる光学面との間には1:1の対応関係がないため、微小発光点のピッチと画素のピッチとを一致させる必要がない。そのため、製作上さらにアライメントの点からも自由度が大きい。

【0030】また、平行光束を作り出す光学面の焦点位置に各微小発光点が位置することにより、微小発光点から発せられた光束を発散及び集束させることなく精度良く平行光を作り出せ、微小発光点毎に対応して平行光を作り出すため、光学面の短焦点化が可能になり、光源に面光源を用いれば、精度の良い薄型の平行光照明系が達成できる。

【0031】また、板状照明手段は、微小発光点からの光を映像表示手段の各画素に収斂する微小集光手段を有し、その微小集光手段は、微小発光点からの光を少なくとも2つ以上の画素に収斂するようにすることもできる。画素を照明する光学系として、微小集光手段を複数

の光学面にすることによって、装置中での配設の自由度が生まれる。このとき、微小発光点と平行光束にする光学面とを対応させ、画素と集光させる光学面とを対応させるが、微小発光点とそれに対応した平行光束にする光学面と、画素とそれに対応した集光させる光学面との間には1:1の対応関係がないため、微小発光点のピッチと画素のピッチとを一致させる必要がない。そのため、製作上さらにアライメントの点からも自由度が大きい。さらに、照明手段として面状の照明ユニットを用いることにより、装置の照明部位の薄型化が図れる。

【0032】また、微小発光点と画素は微小集光手段の光軸上に配されてもよい。各微小発光点と各画素とが1:1対応で、さらに、微小集光手段の光軸上に微小集光手段を挟んで両者が位置することにより、光束の収束の制御がしやすく、無駄な不要光束の発生が防げ、効率良く、精度良く、微小発光点から射出した光束群を各画素に集光できる。また、光の射出口である微小発光点1個につき一つの微小集光手段と一つの各画素が対応していることにより、1画素レベルでの照明光学系が達成できる。したがって、画素が小さいことを考えれば、光学系の短焦点化が可能になり、装置全体の薄型化が達成できる。

【0033】また、微小集光手段は、微小発光点から発せられた光束を各画素に集光する1枚のみの光学系で構成することもできる。微小発光点から射出した光束を1枚の光学系で各画素に集光させるため、照明部位の薄型化が可能になり、アライメントもしやすい。

【0034】また、微小集光手段は、微小発光点から発せられた光束を各画素に集光する複数枚からなる光学系で構成することもできる。各画素を照明するにあたり、複数枚の光学系にて画素に集光するため、収差の点から収束性は良くなる。このとき、例えば微小発光点から射出した光束から平行光を作り出す手段とそれを集光する手段に分割することによって、それぞれユニットとして装置内での配設の自由度等も生まれる。

【0035】この場合、微小集光手段は、微小発光点から発せられた光束を各画素に集光する2枚からなる光学系であってもよい。各画素を照明するにあたり、2枚の光学系にて画素に集光するため、収差の点から収束性は良く、それにも係わらずシンプルな光学系であるので、アライメントも難しくない。このとき、例えば微小発光点から射出した光束から平行光を作り出す手段とそれを集光する手段に分割することによって、それぞれユニットとして装置内での配設の自由度等も生まれる。

【0036】また、微小発光点は、導光板の映像表示手段に面した面側近傍、あるいは、その反対側面、あるいは、その内部に形成されていることが望ましい。微小発光点の形成方法として、導光板の映像表示手段に面した面側に、あるいは、その反対の背面側に、光が導光板外部に拡散しながら導出する部位を設けることで、微小発

光点を作り出す。又は、導光板中に導光板の屈折率と異なる部位を設けることにより形成する等、微小発光点の形成方法に自由度があり、使用状況に適した方法で微小発光点を形成できる。

【0037】また、板状照明手段は、板状照明手段の面状光源の発光面近傍あるいは導光体表面近傍に微小発光点を形成し得る。2次元状に配列された複数の微小な開口を有した遮光手段を有することができる。面状の光源表面に2次元状に配列された微小な開口を有した遮光手段を設けることにより、あるいは、サイド蛍光管型平面バックライトならば導光体表面に遮光手段を設けることにより、薄型板状のどのようなタイプのバックライト光源からも複数の点光源を作り出すことができる。また、微小発光点となる遮光手段の各開口を微小集光手段と対応させることにより、1画素レベルでの照明結像光学系が達成でき、光源も含めた光学系の短焦点化による装置の薄型化が達成できる。

【0038】その場合、遮光手段は、面状光源の発光面側の、あるいは、導光体の映像表示手段側の面の内側が反射作用を有することが望ましい。面状光源の発光面近傍、あるいは、上記導光体の映像表示手段側の面近傍に設ける遮光手段の内側が反射作用を有していることにより、微小発光点となる開口以外から漏れ出す光は反射するので、照明効率が高くなる。

【0039】また、遮光手段は、面状光源の発光面側の面、あるいは、導光体の映像表示手段側の面の内側がミラーコートされていることにより、反射作用を有することができる。反射作用をミラーコートを施すことにより達成できるので、遮光手段の材質によらず、照明効率を高めることができる。

【0040】また、遮光手段は、面状光源の発光面側の面あるいは導光体の映像表示手段側の面が全反射作用を持つことにより、反射作用を有することができる。面状光源タイプの平面バックライトの場合、遮光手段の材質として面状光源の構成要素の透明体の屈折率より低く、所定の角度以下の光は全反射するような材質のもの、線状光源+板状導光体のタイプの平面バックライトの場合、遮光手段の材質として屈折率が導光体よりも低く、所定角度以下の光は全反射するようなものを、映像表示手段側に設けることによって、面状光源や蛍光管等の線状の光源から発せられた光の中、開口部以外に到達した光は導光体内部における全反射を繰り返すので、光を無駄なく取り出すことができ、光量効率が良く明るい映像を観察することができる。

【0041】また、板状照明手段は、微小発光点を形成する屈折率が導光板と異なる光拡散部位を有するものとする。薄型面状の照明ユニットから複数の点光源を作り出す手段として、サイド蛍光管型平面バックライトの導光体自体、あるいは、導光体の上面又は下面側に光を拡散する部位を複数設けることによって、微

小発光点を作り出すことができる。

【0042】また、板状照明手段は、導光板の上面近傍あるいは下面近傍に微小発光点を形成すべく、微小な凹部又は凸部を有するものとしてすることができる。薄型面状の照明ユニットから複数の点光源を作り出す手段として、サイド蛍光管型平面バックライトの導光体上面又は下面側に微小な凹凸部位を複数設けることによって、微小発光点を作り出すことができる。

【0043】また、以上において、微小集光手段を屈折率分布型レンズアレイとすることができる。収差補正能力が大きい屈折率分布型レンズにより、1画素レベルの解像度がより高解像を要求させる際の照明に望ましいものとなる。特に、非点収差と色収差を除く場合に好適である。

【0044】さて、以上の映像表示装置は頭部又は顔部搭載型とすることができる。映像表示手段の各画素毎に集光し、また、画素を照明する照明系自体も複数の発光点にする光学系を用いることにより、発光点から発した光が画素情報を拾い、集光されるに到るまでの光路長が短く薄型であることは、頭部あるいは顔部に装着するタイプの映像表示装置においては、突出量が小さくなり、非常に好適である。

【0045】この場合、頭部又は顔部搭載型映像表示装置は左右のステレオ表示を行うものであることが望ましい。頭部又は顔部に装着する映像表示装置において、ステレオ表示する場合、各目独立に照明光学系、接眼光学系を要するが、それぞれの目に対する光学系に本発明の薄型コンパクトな照明光学系、接眼光学系を用いることにより、装置全体が軽量コンパクト化する。

【0046】また、以上の映像表示装置は瞳位置調整機能を有することが望ましい。光学系の射出瞳位置の調整機構を設けることにより、射出瞳径が小さくても射出瞳を観察者瞳孔の位置に随時調整位置合わせすることによって、映像をケラれることなく観察できる。

【0047】また、以上の映像表示装置は射出瞳拡大手段を有することが望ましい。特開平7-72422号、特開平8-166556号に開示されているような回折格子を用いて瞳を拡大する方法や、特開平8-129146号に開示されているようなリニアフレネルプリズムを用いた方法を用いることによって、光学系の射出瞳を拡大し、元々の射出瞳径が小さくても映像をケラれることなく観察できる。

【0048】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照にして本発明の眼球投影型映像表示装置のいくつかの実施例について説明する。

〔実施例1〕図1、図2を参照しながら本発明の実施例1を説明する。図1は実施例1の映像表示装置の光路図であり、図2は図1に示した構成の映像表示装置を内蔵することによって可能になる小型のメガネ型HMDの斜

視図である。図1において、観察者側から順に、瞳孔、水晶体、網膜等から構成される観察者の眼球E、接眼レンズ1、その後方にマイクロレンズアレイ2（以下、本実施例において接眼側MLA）、その後方に映像を表示する映像表示手段として透過型のLCD3、その後方にマイクロレンズアレイ4（以下、本実施例において照明側MLA）、さらに、LCDを照明するサイド蛍光管型平面バックライト5を配置した構成を示す。眼球Eは、瞳孔又は回旋中心が接眼レンズ1の略焦点距離離れたところに位置するように配される。

【0049】サイド蛍光管型平面バックライト5とは、図3に示すように、透光性の導光板6の一端に蛍光管7のような線状光源を併設するエッジライト方式のものである。蛍光管7から放出される光を効率する反射させるために、これを覆うように反射部材18が設けられる。また、導光板6の射出面の表面には拡散光が射出する複数の孔9を有する導光板6よりも屈折率の低い部材でできた拡散孔シート8が配されている。導光板6の反対側の面は射出効率のため反射層10となっている。その代わりに、反射シート等を設けるてもよい。蛍光管7から発せられた光束は導光板6の裏面の反射層10と表面での全反射によって導光板6内部で反射を繰り返す。これらの光の中、導光板6の表面に対して全反射条件の臨界角未満で入射する光が導光板6表面に透過し、表面に設けられた拡散孔シート8の拡散孔9から光が拡散しながら射出する。これにより、拡散孔9が極微小であるならば、微小発光点が拡散孔9の数だけ存在するとみなせる。すなわち、面状の照明ユニットから複数の点光源を作り出したことになる。

【0050】さらに、本実施例の構成には、2つのマイクロレンズアレイ2、4が含まれているが、その内の一つの照明側MLA4はこの拡散孔シート8の拡散孔9に対応して配列されており、照明側MLA4の元素である微小レンズの焦点距離分けて配置すれば、各拡散孔9から射出した光は略平行光となって射出するし、その焦点距離よりも離して配置すれば、その共役位置に集光する。

【0051】次に、図4にこの実施例の主要部の斜視図に示すように、照明側MLA4の構成要素である各微小レンズは、LCD3の各画素に対応した配列やピッチになっている。図中では、RGBのストライプ配列が示されているが、デルタ配列、モザイク配列、スクエア配列等の場合にも、照明側MLA4を構成する各微小レンズはそれぞれの画素に対応したピッチ、配列で構成される。なお、図4中では、LCD3は便宜的に画素のみを示してあり、ガラス基板、偏光板、透明電極等は図示していない。

【0052】ところで、LCD3の画素と照明側MLA4との位置関係であるが、照明側MLA4の焦点距離をfとし、微小発光点を含む拡散孔シート8から照明側MLA

LA4の主点位置まで距離 D_1 、照明側MLA4の主点
 $(D_1 - f) \times (D_2 - f) = f^2$
 を満たすように配すれば、画素に照明光が効率よく集光
 する。

【0053】このとき、サイズの点からすると、 $D_1 =$
 D_2 が望ましいが、光が隣の画素にまで入り込むい
 わゆるクロストーク現象防止のためには、像側のNAが小さ
 $0.2D_1 < D_2 < 5D_1$

程度に収まっていることが望ましい。

【0054】このように、平行光や発散光でなく、発光
 点からの光を画素に収斂させることによって発光点と画
 素を略共役関係にする場合、使用状況や目的に合わせた
 位置関係にするのがよい。例えば、照明側MLA4の焦
 点距離を1mmとした場合、最小にするには $D_1 = D_2$
 $= 2\text{mm}$ であり、クロストーク防止のためには $D_1 =$
 1.2mm 、 $D_2 = 6\text{mm}$ 程度がよく、また、射出瞳を
 大きくするには $D_1 = 6\text{mm}$ 、 $D_2 = 1.2\text{mm}$ 程度が
 よい。

【0055】さらに、画素が上式(1)を満たす位置に
 あるのが望ましいが、上式(1)から導かれる発光点で
 ある拡散孔9の照明MLA4による結像位置が光軸方向
 において丁度画素位置でなくても、LCD3の少なくと
 も上下ガラス基板以内にあれば、NAが小さく焦点深度
 が深いので、観察可能である。

【0056】次に、図5のこの実施例の主要部の断面図
 に実際の値を示したように、1次元水平方向で、例え
 ば、透過型LCD3の表示サイズを1.3インチ(アス
 ペクト比4:3、水平サイズ26.4mm)、画素数3
 8万画素レベルで水平ドット800ドット(カラーRGB
 ストライプ)とした場合、拡散孔シート8の拡散孔9
 及び照明側MLA4の微小レンズのピッチは26.4mm/
 800ドット=33μmである。図5に示すよう
 に、図示しないバックライトからの光は、拡散孔シート
 8の拡散孔9から射出し、照明側MLA4によって各画
 素に集光する。照明側MLA4の焦点距離を1mmとす
 ると、拡散孔シート8と照明側MLA4を2mm隔てて
 配置すれば、上述の式(1)から拡散孔シート8から2
 mmの位置が拡散孔9と共役な位置になるので、この2
 mm離れた位置に画素が位置するようにLCD3を配置
 すれば、効率良く各画素を照明することができる。

【0057】さらに、やはり画素ピッチと同じ33μm
 ピッチで、配列も同じで、焦点距離が1mmの接眼側ML
 A2を、LCD3から接眼側MLA2自身の焦点距離
 1mmを隔てた位置に配置すれば、各画素情報を含んだ
 光束が各画素毎に略平行光束となり、図1に示した接眼
 レンズ1によって眼球Eに導くことができる。

【0058】さらに、瞳に集光する働きを有する接眼
 レンズ1の焦点距離は、観察画角、LCD3のサイズに
 よって決定する。観察画角を水平80°とすれば、上記
 LCD3サイズの構成では、接眼レンズ1の焦点距離=2

位置から各画素まで距離 D_2 とすると、

... (1)

い方がよい。ため、 D_2 は D_1 に比して大きな方がよい
 が、本眼球投影型映像表示装置の射出瞳径を大きくする
 ためには、逆に D_1 は D_2 に比して大きな方がよい。妥
 当な値としては、

... (2)

6.4mm/2tan(80°/2)=約15mmとな
 る。厳密には、接眼レンズ1の焦点距離は、接眼側ML
 A2と接眼レンズ1により略平行光束にするという考え
 に基づけば、接眼側MLA2と接眼レンズ1の合成焦点
 距離、観察画角、LCD3のサイズから一義的に決まる
 が、ここではマイクロレンズ2の焦点距離が接眼レンズ
 1に比べて極小さいということから、接眼側MLA2と
 接眼レンズ1の合成焦点距離=接眼側MLA2の焦点距
 離という近似的考えに基づいている。

【0059】この構成によれば、照明光の射出口である
 拡散孔9から光学系最終面である接眼レンズ1までの長
 さは、照明側MLA4及び接眼側MLA2、LCD3の
 厚みをそれぞれ2mm、接眼レンズ1の厚みを5mmと
 しても、約17mm程度であり、薄型の装置が達成でき
 る。

【0060】また、本実施例は、後で述べる実施例2の
 構成の平行光化MLAと集光MLAの2枚の働きを、照
 明側MLA1枚で達成しているため、安価である。

【0061】図2に示したメガネ型HMD30には、上
 記構成以外に、スピーカー、そのスピーカーや上記のL
 CD3に表示する映像、LCD3を照明するバックライ
 ト5等、諸々の信号等を制御する電器回路部、さらに、
 それらや上記の構成要素を支持する支持部が含まれる。
 このメガネ型HMD30では、右目と左目で別々の映
 像をステレオ表示できることにより、立体映像を楽しむ
 ことができる。

【0062】ここで、上記のマイクロレンズを用いた光
 学系の射出瞳径は、基本的に接眼側MLA2の一つ一つ
 のレンズピッチ程度の非常に小さい径であるので、実際
 の使用状況では、何らかの形で瞳径を大きくする工夫が
 必要である。ここで、瞳を大きくする方法として、特開
 平7-72422号、特開平8-166556号に開示
 されているように、回折格子を用いて瞳を拡大する方
 法や、特開平8-129146号に開示されているよう
 に、リニアフレネルプリズムを用いた例等がある。図6
 (a)に示すのは2次元回折格子11、12であり、回
 折現象により光束をシフトし、瞳を拡大する手段であ
 る。0次光や±1次光等を用いれば、瞳を1方向で3つ
 に分離できる。図6(b)に示すのは1次元プリズムア
 レイ13、14であり、屈折により光束をシフトし、瞳
 を拡大する手段である。これは、図7に示すように、1
 方向につき光束を3方向に分岐させ、瞳を3つに分離す

る1次元プリズム15のアレイであるので、縦方向横方向の2方向に瞳をシフトさせるには、この1次元プリズムアレイ13、14のペアを90°回転した別の1次元プリズムアレイのペア、すなわち、紙面の縦方向にプリズムが配列しているペアも用い、合計4枚にて瞳を縦方向横方向2方向に分割する。これらの素子を用いることによって、図8に示すように、元々一つだった瞳16を複数の瞳16₁～16₅に分割することによって、瞳孔が動いても光束がケラレ難くなる。

【0063】図9に、この実施例において接眼レンズ1の観察者側に上記の瞳拡大素子11、12又は13、14を設けた場合の光路図を示してある。

【0064】あるいは、図10に示すように、観察者の瞳孔位置等を図示しない検出装置にて検出して、その瞳孔位置に射出瞳孔位置するように、接眼側MLA2や接眼レンズ1を位置調整できるように、両レンズ1、2にアクチュエータ等の位置調整装置17を設けることにより、視線を追跡する方法でもよい。図10では主光線のみ示してある。この方法では、各レンズ1、2のストローク範囲としては極小であっても瞳位置を移動できるので、アクチュエータには圧電素子等のレスポンスが良いものを用いればよい。また、映像表示手段を動かす等してもよい。

【0065】以上、1次元において説明を行ってきたが、同様な考えで図の紙面に垂直な方向も加えた2次元に置き換えることができる。

【0066】〔実施例2〕図11の光路図を参照しながら本発明の実施例2を説明する。図11において、観察者側から順に、瞳孔、水晶体、網膜等から構成される観察者の眼球E、接眼レンズ1、その後方にマイクロレンズアレイ2（以下、本実施例において接眼側MLA）、その後方に映像を表示する映像表示手段として透過型のLCD3、その後方に2個のマイクロレンズアレイ41、42（以下、本実施例においてLCD側マイクロレンズアレイ41を集光MLA、もう一方42を平行光化MLA）、さらに、LCD3を照明する面発光型平面バックライト5を配置した構成を示す。眼球Eは、瞳孔又は回旋中心が接眼レンズ1の略焦点距離離れたところに位置するように配される。また、バックライト5は面状の光源であれば何れのタイプでもよい。

【0067】面発光型バックライト5の表面には、図12(a)や(b)に示すような複数の小孔21を有する遮光シート20あるいは反射シート22を配置する。あるいは、バックライト5表面に複数の小孔を有する状態で直接反射コートを施してもよい。バックライト5から射出する光の中、小孔21に到達したものはそこから漏れ出す。小孔21が極微小であるならば、微小発光点が小孔21の数だけ存在するとみなせる。すなわち、面状光源から複数の点光源を作り出したことになる。

【0068】さらに、本実施例の構成には3つのマイ

クロレンズアレイ2、41、42が含まれているが、その中の一つ平行光化MLA42はこの反射シート22（拡散シート20）の小孔21に対応して配列されており、平行光化MLA42のエLEMENTである微小レンズの略焦点距離離して配置すれば、各小孔21から射出した光はそれぞれ略平行光に変換される。以上のそれぞれの配置間隔を無視して斜視図で示したものが図13である。

【0069】こうして非常に薄型の平行照明を供給する手段が達成できる。以上の構成の平面バックライト5と反射シート22はできるだけ近づけて、さらに、反射シート22と平行光化MLA42は各微小レンズの焦点距離隔てるという位置関係がアライメントされた状態で保持できるように一体化することによって、薄型の平行照明供給ユニットとして使用することができる。

【0070】次に、図14の斜視図に示すように、集光MLA41の構成要素である各微小レンズはLCD3の各画素に対応した配列とピッチになっている。図中では、RGBのデルタ配列が示されているが、ストライプ配列、モザイク配列、スクエア配列等の場合にも、集光MLA41を構成する各微小レンズはそれらに対応したピッチ、配列で構成される。図中では、LCD3は便宜的に画素のみ示してあり、ガラス基板、偏光板、透明電極等は図示していない。

【0071】図14に示すように、LCD3は各画素がこの集光MLA41のエLEMENTである微小レンズの略焦点距離近傍に位置するように配置する。また、接眼側MLA2も同様に配列とピッチをLCD3に合わせ、さらに、やはりそのELEMENTである微小レンズの焦点距離近傍にLCD3の各画素が位置するように配置する。図中では、集光MLA41の焦点距離を f_1 、接眼側MLA2の焦点距離を f_2 、LCD3から照明側へ隔てた位置に集光MLA41を、観察者側に隔てた位置に接眼側MLA2を配置する。また、LCD3の各画素と集光MLA41、接眼側MLA2のピッチはx方向 P_x 、y方向 P_y にて一致している。

【0072】図11において、光線を追跡していくと、バックライト5から発せられた光は平行光束の状態で集光MLA41に入射し、集光MLA41で収斂光に変換された光束がLCD3の画素上に集光するように集光MLA41がアライメントされていれば、光束が画素に集光した状態で各画素の濃淡色彩情報を拾って再び接眼側MLA2にて略平行光束となり、接眼側MLA2の虚像位置が接眼レンズ1の焦点距離になるように接眼レンズ1を配置することによって、略平行光に変換され、接眼レンズ1により観察者の瞳孔に導かれる。観察画角は接眼レンズ1の焦点距離とLCD3のサイズとによって決定する。例えば、接眼レンズ1の焦点距離が30mmで、LCD3の水平方向のサイズが20mmであれば、観察水平画角は $2 \tan(10/30) \approx 37^\circ$ となる。

【0073】図11、図14中、集光MLA41と接眼側MLA2の各微小レンズの配列、ピッチは略一致しているが、平行光化MLA42と集光MLA42及び接眼側MLA2とのピッチは一致していなくてもよい。すなわち、図15に示すように、平面バックライト5の各微小発光点から発せられた光束は一旦平行にするので、平行光化MLA42の一つの微小レンズにつき集光MLA41の複数の微小レンズが対応している状態でも、微小発光点からの光束は画素に収斂する。あるいは、複数の微小発光点、平行光化MLA42の複数の微小レンズに集光MLA41の一つの微小レンズが対応していてもよい。平行光化MLA42を経て平行光の間、つまり、平行光化MLA42と集光MLA41との間隔は光束の平行度が高く、周辺において大きく光がケラレない間隔である限り、装置中での配置における自由度を持たせることができる。

【0074】以上、1次元（水平方向）に限って説明してきたが、紙面に垂直な方向、すなわち垂直方向にも同様な考えが適用でき、2次元の映像を観察することができる。

【0075】以上のように構成すると、光学系の中で映像情報を拾った光束を観察者にとって網膜上に結像するための程よい平行光に変換する手段としてマイクロレンズアレイを用いることによって、各画素毎にマイクロレンズアレイの各微小レンズによる照明、集光、平行光化が可能になり、無理なく短焦点化でき、HMDには好適な光学系の薄型化が達成できる。

【0076】〔実施例3〕次に、接眼レンズを用いない実施例を図16に示す。実施例2は、集光MLA41と接眼側MLA2はLCD3の画素の配列やピッチに一致しており、平行光化MLA42と拡散孔21の配列とピッチが一致しており、LCD3のピッチ、配列と拡散孔21のピッチ、配列は一致していなくてもよい例であった。本実施例では、拡散孔シート8の拡散孔9から平行光化MLA42、集光MLA41、LCD3の画素、接眼側MLA2のピッチは一致していないが、それぞれは相互に関連する。

【0077】簡単のため、1次元（水平方向）で説明する。観察画角を水平 40° とし、映像表示素子、ここでは透過型LCD3の表示サイズを1インチ（アスペクト比4:3、水平サイズ20.3mm）、画素数266（水平） \times 225（垂直）=59,850画素（モノクロ）とする。LCD3から眼球Eまでの距離は、 $20.3 / 2 \div \tan 20^\circ = 27.9\text{mm}$ である。画素ピッチは、水平で $20.3\text{mm} / 266\text{ドット} = 76.3\mu\text{m}$ である。

【0078】接眼側MLA2の焦点距離を2mmとすると、接眼側MLA2の各微小レンズのピッチは $70.8\mu\text{m}$ である。これは、各画素と各微小レンズを対応させることによって、図16中の三角形OPQと三角形OR

Sが図から明らかなように相似であるという関係から、接眼側MLA2のサイズが決まり、微小レンズの数とLCD3の画素数は一致していることから、1微小レンズ分の長さ、すなわちピッチが導かれる。同様に、集光MLA41の焦点距離を2mmとすると、集光MLA41のピッチは $81.8\mu\text{m}$ になる。

【0079】次に、拡散孔9のピッチ及び平行光化MLA42のピッチであるが、図中、距離Dをどのくらい取るかによるが、装置全体のコンパクト性を考えると、余り大きく取らない方が好適である。また、平行光化MLA42を射出してくる光束は完全平行光ではないので、余り距離Dを取りすぎると不要な光が発生しやすくなり好ましくない。図16から明らかなように、上記の相似の考え方に基づいて拡散孔9及び平行光化MLA42のピッチが決定する。ここでは、Dを3mmとし、平行光化MLA42の焦点距離を3mmとすると、平行光化MLA42の微小レンズのピッチは $90.0\mu\text{m}$ となり、拡散孔9のピッチは $98.2\mu\text{m}$ となる。

【0080】以上の構成により、接眼レンズなしに水平画角 30° の映像を見ることができる。本実施例では、微小発光点である拡散孔9から発せられた光束を画素に収斂するため2枚のマイクロレンズ41、42を用い、各微小発光点からの光束を一旦平行光束にする例を説明してきたが、1枚のマイクロレンズにて拡散孔9を画素に結像させるようにしてもよい。また、複数枚のマイクロレンズを用いて結像させてもよいが、アライメントの複雑さやコストを考えれば1枚又は2枚で収斂させるのが好適である。

【0081】以上、1次元において説明を行ってきたが、同様な考えで図中紙面に垂直な方向も加えた2次元に置き換えることができる。本実施例においては、照明や映像の信号等処理する回路等を含めた制御手段を抜きにすれば、バックライト5の厚み、拡散光シート8の厚みをそれぞれ3mm、1mmと考えた場合、照明光源であるバックライト5から光学系最終面である接眼側MLA2までの照明及び接眼の光学系の長さは約14mmであり、非常に薄型の映像表示装置が達成できる。

【0082】〔実施例4〕本実施例では、板状の照明ユニットから複数の微小発光点を形成する方法を説明する。面発光タイプの照明ユニットの場合、図12に示すような小さな孔21を2次元状に複数配列することによって微小発光点とする遮光シート20を、図17に示す断面図のように封入ガラス体（導光体）6の発光面に設けることによって、微小発光点を形成する方法がある。ここで、光量効率のために、図17(a)のように、遮光シート20の発光面側の面に反射作用を持たせるとよいが、反射作用の持たせ方として、小孔21以外の部分にアルミニウム等の反射コート23を施してもよいし、図17(b)のように、遮光シート20の材質として面光源を構成している封入ガラス体6より屈折率の低いも

のを用いることによって、所定角度以上の入射角の光線は全反射するようにさせてもよい。

【0083】また、サイド蛍光管タイプのような板状照明ユニットの場合、上記のように遮光シート20を導光体6に設けてもよいが、図18(a)、(b)に示すように、導光体6自体の上面又は下面に図示のような微小凹凸粗面部や微小切欠き24等を2次元状に複数形成し、蛍光管から上下面で全反射を繰り返しながら導光された光が、その微小切欠き24等で全反射条件が崩れることによって、その部分から拡散しながら漏れ出すようにし、これを微小発光点としてもよい。あるいは、図18(c)に示すように、導光体6中にそれ自身の屈折率と異なる泡等の微小異屈折率体25を2次元状に配列させるようにし、これを微小発光点とする方法でもよい。なお、図18中においては、微小切欠き24、微小異屈折率体25からの拡散光を所要程度集光させるために、各微小発光点の前方にマイクロレンズ等の微小集光手段26が配置されている。この集光手段26は、照明側MLA4又は平行化MLA42であっても、それらとは別の集光手段であってもよい。

【0084】〔実施例5〕実施例5として、図19に示す平板27中、半径に応じて同心円状に屈折率が変化している微小な屈折率分布型レンズ28のアレイ（屈折率分布型マイクロレンズアレイ）29を照明用光学系として使用した例を示す。図20に示すように、屈折率分布型マイクロレンズアレイ29を構成する各屈折率分布型レンズ28の屈折率分布は、中心が高く円周に向かうに従って低くなっている。

【0085】このような屈折率分布型マイクロレンズアレイ29を照明側MLAとして用いた装置の光路図を図21に示す。図示のように、バックライト5から射出した光は微小発光点である拡散孔9を通過し、LCD3の各画素に各微小レンズが対応して配列されている屈折率分布型マイクロレンズアレイ29により、拡散孔9のマイクロレンズアレイ29における共役位置近傍に配置されているLCD3の各画素に集光する。ここで、画素情

$$0.2D_1 < D_2 < 5D_1$$

を満たすことを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

$$0.5D_1 < D_2 < 2D_1$$

を満たすことを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0092】〔5〕上記〔1〕から〔4〕の何れか1項において、前記板状照明手段は、面状の光源を有することを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0093】〔6〕上記〔1〕から〔4〕の何れか1項において、前記板状照明手段は、線上の光源と光透過性及び拡散性を有する導光板を有することを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0094】〔7〕上記〔2〕において、前記微小集光手段は、前記微小発光点からの光を各々の微小発光点に対応した前記各画素に集光することを特徴とする眼球

報を乗せた光束は接眼側MLA2により略平行光束となり、さらに、接眼光学系1により眼球Eに導かれるが、装置のサイズの制約が比較的緩い場合、広画角に対応したより鮮明で、かつ、収差の少ない観察映像にするため、接眼光学系1は収差補正等を考慮した複数枚の屈折系レンズ群を用いるとよい。なお、接眼側MLA2も屈折率分布型マイクロレンズアレイにて構成してもよい。

【0086】以上の実施例の何れかの構成の眼球投影型映像表示装置を内蔵した、図2のようなメガネ型HMD30ではなく、据え置き型映像観察装置31の1例の外観を図22の斜視図に示す。この場合、数インチ程度のLCDを用い、視度補正レンズを設けることにより、より高精細で収差の少ない映像を観察することができる。

【0087】以上、本発明の眼球投影型映像表示装置をいくつかの実施例に基づいて説明してきたが、本発明はこれら実施例に限定されず種々の変形が可能である。

【0088】以上の本発明の眼球投影型映像表示装置は例えば次のように構成することができる。

〔1〕映像を表示する2次元的に配列された画素を有する映像表示手段と、前記映像表示手段の各画素を照明する2次元的に配列された複数の微小発光点を有する板状照明手段と、さらに、前記映像表示手段の各画素に対応して2次元的に配列され、各画素からの射出光束を眼球に導く微小光学素子を含む接眼光学系とを有することを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0089】〔2〕上記〔1〕において、前記板状照明手段は、前記微小発光点からの光を前記映像表示手段の各画素に収斂する微小集光手段を有することを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0090】〔3〕上記〔2〕において、前記微小集光手段による前記微小発光点の略結像位置に前記各画素が配置され、前記微小発光点から前記微小集光手段の焦点位置までの距離を D_1 として、前記微小集光手段の焦点位置から前記微小集光手段による前記微小発光点の結像位置までの距離を D_2 とした場合、

$$\dots (2)$$

【0091】〔4〕上記〔3〕において、

$$\dots (2)$$

投影型映像表示装置。

【0095】〔8〕上記〔5〕又は〔6〕において、前記板状照明手段は、前記微小発光点からの光を前記映像表示手段の各画素に収斂する微小集光手段を有し、前記微小集光手段は、前記微小発光点からの光を各々の微小発光点に対応した前記各画素に集光することを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0096】〔9〕上記〔2〕において、前記微小集光手段は、前記微小発光点からの光を少なくとも2つ以上の前記画素に収斂することを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0097】〔10〕 上記〔5〕又は〔6〕において、前記板状照明手段は、前記微小発光点からの光を前記映像表示手段の各画素に収束する微小集光手段を有し、前記微小集光手段は、前記微小発光点からの光を少なくとも2つ以上の前記画素に収束することを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0098】〔11〕 上記〔7〕又は〔8〕において、前記微小発光点と前記画素は前記微小集光手段の光軸上に配されることを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0099】〔12〕 上記〔7〕から〔11〕の何れか1項において、前記微小集光手段は、前記微小発光点から発せられた光束を前記各画素に集光する1枚のみの光学系であることを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0100】〔13〕 上記〔7〕から〔11〕の何れか1項において、前記微小集光手段は、前記微小発光点から発せられた光束を前記各画素に集光する複数枚からなる光学系であることを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0101】〔14〕 上記〔13〕において、前記微小集光手段は、前記微小発光点から発せられた光束を前記各画素に集光する2枚からなる光学系であることを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0102】〔15〕 上記〔6〕において、前記微小発光点は、前記導光板の前記映像表示手段に面した面側近傍、あるいは、その反対側面、あるいは、その内部に形成されていることを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0103】〔16〕 上記〔1〕から〔13〕の何れか1項において、前記板状照明手段は、前記板状照明手段の面状光源の発光面近傍あるいは導光体表面近傍に前記微小発光点を形成し得る、2次元状に配列された複数の微小な開口を有した透光手段を有することを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0104】〔17〕 上記〔16〕において、前記透光手段は、前記面状光源の発光面側の、あるいは、前記導光体の前記映像表示手段側の面の内側が反射作用を有することを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0105】〔18〕 上記〔17〕において、前記透光手段は、前記面状光源の発光面側の面、あるいは、前記導光体の前記映像表示手段側の面の内側がミラーコートされていることにより、反射作用を有することを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0106】〔19〕 上記〔17〕において、前記透光手段は、前記面状光源の発光面側の面あるいは前記導光体の前記映像表示手段側の面が全反射作用を持つことにより、反射作用を有することを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0107】〔20〕 上記〔15〕において、前記板

状照明手段は、前記微小発光点を形成する屈折率が前記導光板と異なる光拡散部位を有することを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0108】〔21〕 上記〔15〕において、前記板状照明手段は、前記導光板の上面近傍あるいは下面近傍に前記微小発光点を形成すべく、微小な凹部又は凸部を有することを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0109】〔22〕 上記〔1〕から〔21〕の何れか1項において、前記微小集光手段は屈折率分布型レンズアレイであることを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0110】〔23〕 上記〔1〕から〔22〕の何れか1項において、前記映像表示装置は頭部又は顔部搭載型であることを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0111】〔24〕 上記〔23〕において、前記頭部又は顔部搭載型映像表示装置は左右のステレオ表示を行うことを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0112】〔25〕 上記〔1〕から〔24〕の何れか1項において、前記映像表示装置は瞳位置調整機能を有することを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0113】〔26〕 上記〔1〕から〔24〕の何れか1項において、前記映像表示装置は射出瞳拡大手段を有することを特徴とする眼球投影型映像表示装置。

【0114】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によると、映像表示手段の画素を照明する微小発光点を複数にしたことにより、微小発光点を有する照明系から画素を有する映像表示手段に到るまでの光路長が短くなり、さらに、各画素からの射出光束を各画素毎に観察者の眼球に集光するため、像観察が可能になると共に、接眼光学系の短焦点化が可能になり、眼球投影型映像表示装置全体の薄型コンパクト化が図られ、また、各画素と観察者の網膜が共役関係にあることにより、高精細な映像が作り出せる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の映像表示装置の光路図である。

【図2】図1に示した構成の映像表示装置を内蔵したメガネ型HMDの斜視図である。

【図3】サイド蛍光管型平面バックライトの構成を示す斜視図である。

【図4】実施例1の主要部の斜視図である。

【図5】実施例1の主要部の断面図である。

【図6】瞳拡大素子を例示する斜視図である。

【図7】1次元プリズムの光束分岐作用を示すための図である。

【図8】瞳拡大素子の作用を示すための図である。

【図9】実施例1に瞳拡大素子を設けた場合の光路図である。

【図10】実施例1において視線を追従する方法を説明

するための図である。

【図11】本発明の実施例2の映像表示装置の光路図である。

【図12】実施例2の面発光型バックライトに配置する遮光シート、反射シートの斜視図である。

【図13】実施例2の主要部の斜視図である。

【図14】各構成要素の配列とピッチを示す図である。

【図15】実施例2の変形例の映像表示装置の光路図である。

【図16】本発明の実施例3の映像表示装置の光路図である。

【図17】本発明の実施例4の映像表示装置の照明ユニットの構成を示す断面図である。

【図18】実施例4における照明ユニットの別の例の構成を示す断面図である。

【図19】本発明の実施例5の映像表示装置に用いる屈折率分布型マイクロレンズアレイの斜視図である。

【図20】屈折率分布型レンズの屈折率分布を示す図である。

【図21】実施例5の映像表示装置の光路図である。

【図22】本発明による据え置き型映像観察装置の1例の外観を示す斜視図である。

【図23】従来の一つの映像表示装置の光路図である。

【図24】従来のもう一つの映像表示装置の光路図である。

【図25】従来のもう一つの映像表示装置の光路図である。

【符号の説明】

E…眼球

1…接眼レンズ

2…接眼側マイクロレンズアレイ

3…透過型LCD

4…照明側マイクロレンズアレイ

5…サイド蛍光管型平面バックライト

6…導光板

7…蛍光管

8…拡散孔シート

9…拡散孔

10…反射層

11、12…2次元回折格子

13、14…1次元プリズムアレイ

15…1次元プリズム

16、16₁～16₅…瞳

17…位置調整装置

18…反射部材

20…遮光シート

21…小孔

22…反射シート

23…反射コート

24…微小切欠き

25…微小異屈折率体

26…微小集光手段

27…平板

28…屈折率分布型レンズ

29…屈折率分布型マイクロレンズアレイ

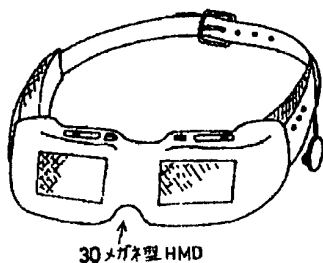
30…メガネ型HMD

31…据え置き型映像観察装置

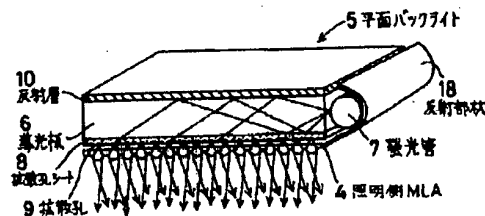
41…集光マイクロレンズアレイ

42…平行光化マイクロレンズアレイ

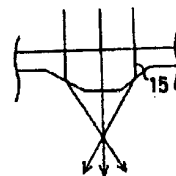
【図2】



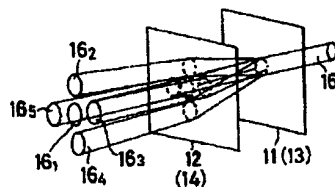
【図3】



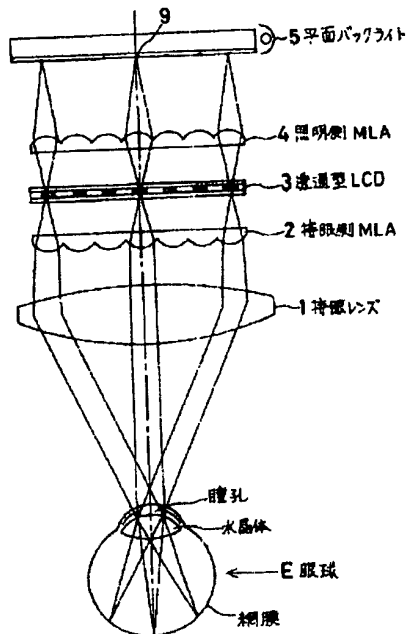
【図7】



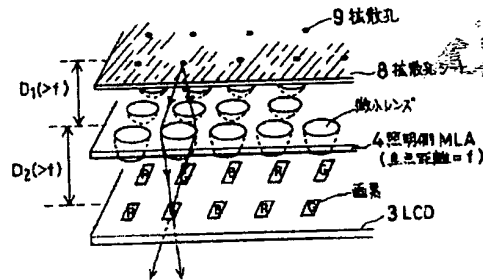
【図8】



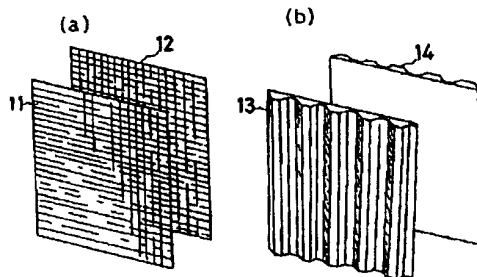
【図1】



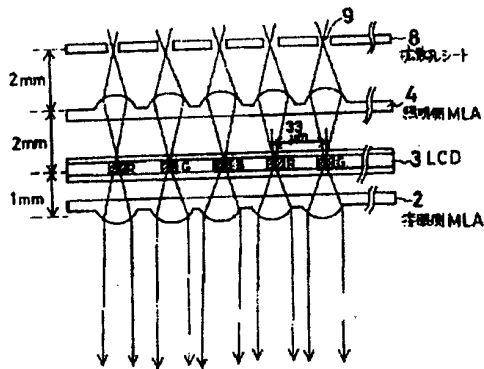
【図4】



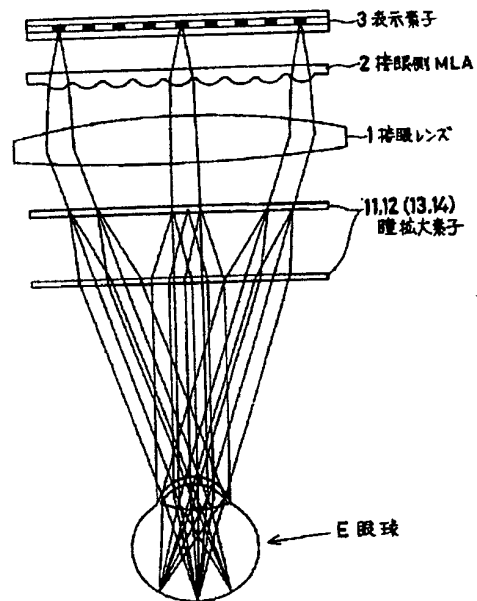
【図6】



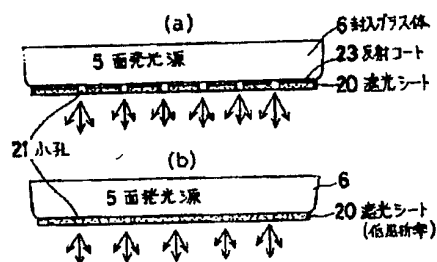
【図5】



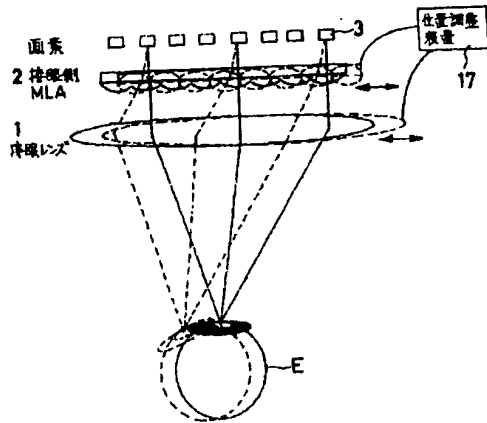
【図9】



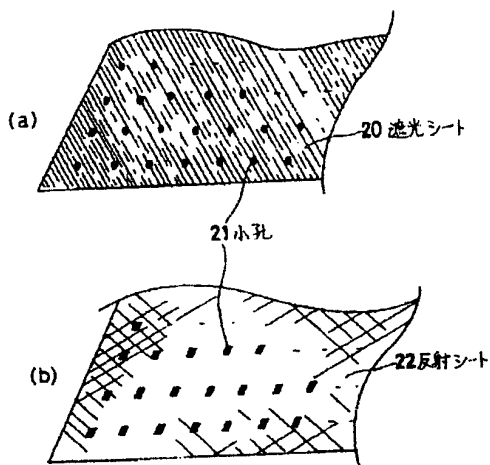
【図17】



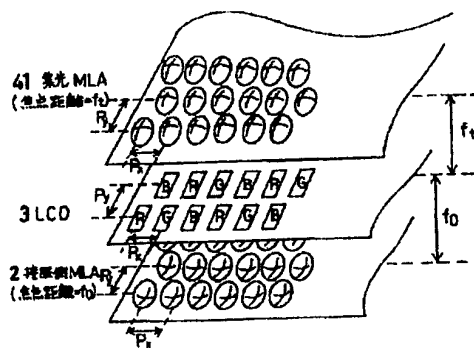
【図10】



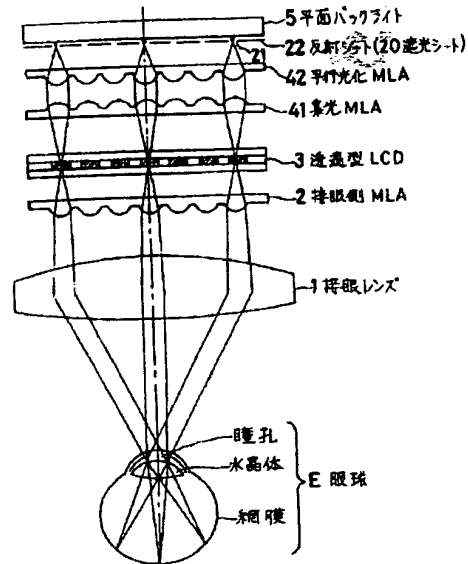
【図12】



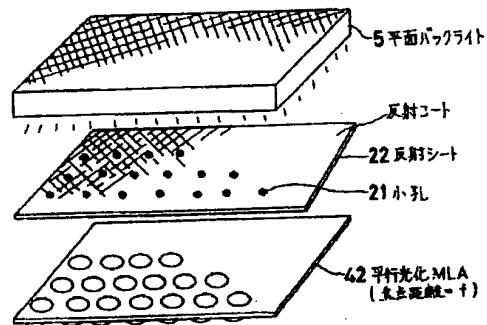
【図14】



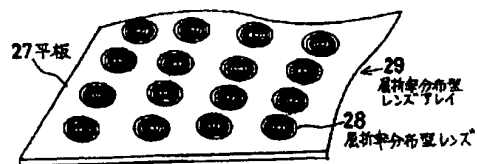
【図11】



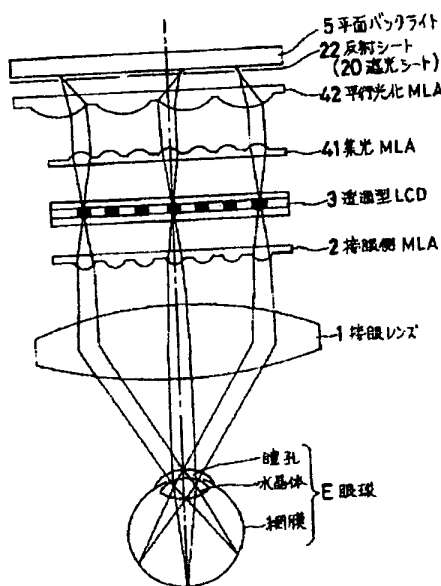
【図13】



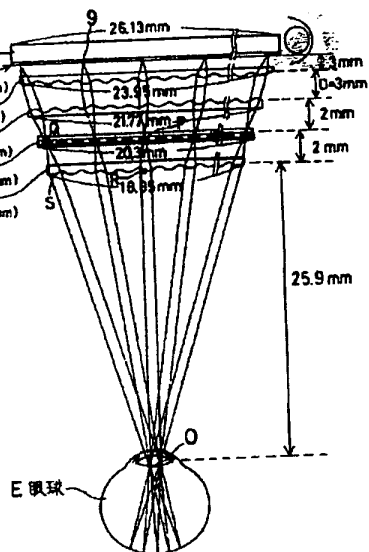
【図19】



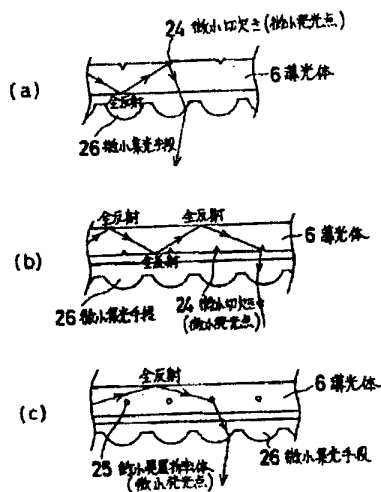
【図15】



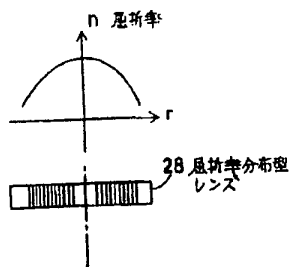
【例16】



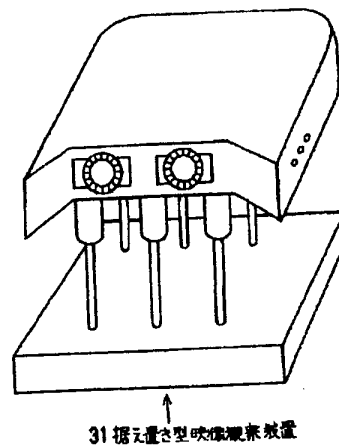
【图18】



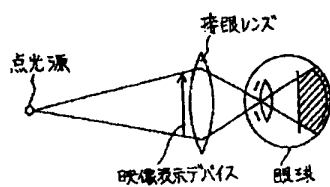
【図20】



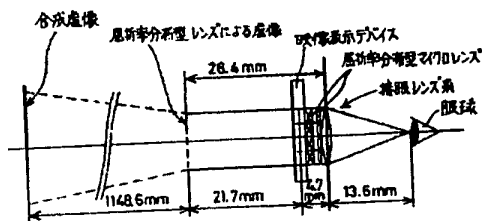
【圖22】



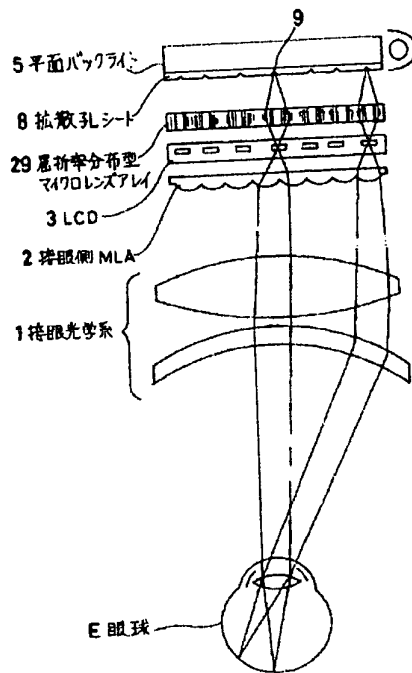
【图23】



【图25】



【図21】



【図24】

